

## УДК 615.47

*А.Г. Карпушева, студентка гр. ПБ-92мп., к.т.н., доцент Терещенко М.Ф.*  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

### АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ЛАЗЕРНОЇ ТЕРАПІЇ

**Анотація.** Проведено огляд та критичний аналіз сучасного стану апаратів лазерної терапії, які використовуються в медицині. Досліджені тенденції розвитку та приведена їх класифікація. Запропонована ефективна структурна схема та новий принцип побудови автоматизованої системи лазерної терапії (АСЛТ).

**Ключові слова:** автоматизована система, лазерна терапія, біологічна тканина.

## ВСТУП

На сьогоднішній день широкого розповсюдження набули медичні та косметологічні прилади, терапевтична дія яких заснована на впливі лазерним та поліхроматичним випромінюванням. Ці апарати показали високу ефективність при лікуванні досить широкого спектру захворювань, як при комбінованому впливі декількох впливаючих факторами, так і при окремому застосуванні дії оптичного та лазерного випромінювання [1].

## КЛАСИФІКАЦІЯ ТА АНАЛІЗ ЛАЗЕРОТЕРАПЕВТИЧНИХ АПАРАТІВ

Лазерне випромінювання генерується та використовує різні активних середовищах: газоподібне, рідке або тверде. Хвильовий діапазон лежить від 1,2 мкм (інфрачервоне випромінювання). Лазеротерапевтичні апарати (ЛТА) можуть працювати як в безперервному, так і в імпульсному режимах випромінювання в дуже широкому діапазоні довжин  $\lambda$  хвиль від 100 нм (ультрафіолетове світло) до 1,2 мкм (інфрачервоне випромінювання) [2].

Сучасні лазерні терапевтичні апарати повинні відповідати багатьом часто суперечливим вимогам. Різноманітні методики і застосування ЛТА, як у медицині, так і в косметології, охоплюють максимальну універсальність пристроїв, що використовуються для досягнення найбільш ефективних методів лікувального впливу, які, у свою чергу, забезпечують наступні напрями [3]:

- робота в модульованих, немодульованих і імпульсних режимах;
- зовнішня модуляція випромінювання;
- дія декількох довжин хвиль;
- оптимальне просторове поширення лазерного випромінювання;
- надійний і постійний моніторинг параметрів випромінювання [4].

Лазерні терапевтичні апарати можна класифікувати (рис.1) по

- характерному ефекту впливу на тканини;
- області використання;
- принципу дії;
- типу активного середовища;
- режиму генерації;
- довжині хвилі;



Рисунок1. Класифікація лазерних терапевтичних апаратів

Найбільш ефективними, з нашої точки зору, є автоматизованої системи лазерної терапії (АСЛТ) універсальної дії з можливістю комплексного використання діючих факторів та полів [5,6]. Яскравим прикладом лінійки продукції даної технології може слугувати лазерний терапевтичний апарат "Лика-терапевт М", що здатен працювати в безперервному режимі випромінювання з наступними параметрами  $\lambda=660$  нм, щільність потужності 50 мВт.

## ПРИНЦИП ПОБУДОВИ ТА СТРУКТУРНА СХЕМА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЛАЗЕРНОЇ ТЕРАПІЇ

Нами спільно з компанією «Фотоніка плюс» була випробувана перспективна структурна схема автоматизованої системи лазерної терапії зображена на рис.2.

Її перевагами є забезпечення підтримання нормованих значень потужності лазерного випромінювання на протязі всієї процедури і при перевищенні допустимих меж відбувається її коригування.

Приведений варіант реалізації автоматизованої системи лазерної терапії на основі використання потужних фабричних лазерних діодів та мікроконтролерів з додатковим контролем по оптичній потужності та температурі [7].

В Flash-пам'ять програм прописуються команди, управляючі функціонуванням мікроконтролера. Постійний записуючий пристрій використовується для зберігання даних, в процесі виконання команд (наприклад, наробіток годин апаратом). В якості тактового генератору використовується внутрішній генератор з зовнішнім кварцевим резонатором.

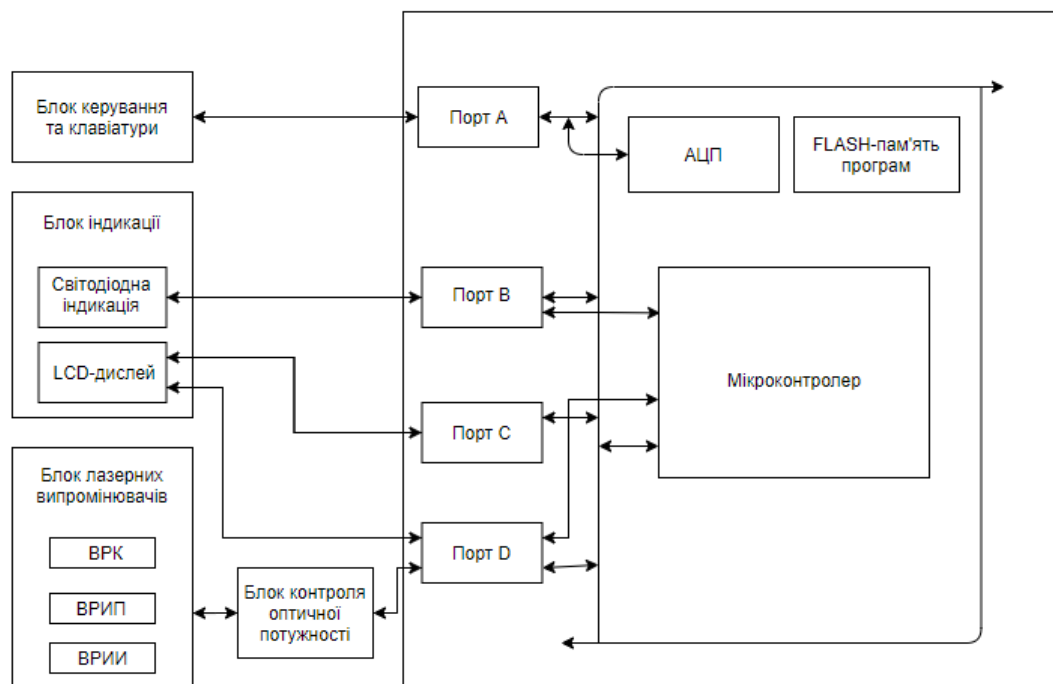


Рис.2 Структурна схема автоматизованої системи лазерної терапії

Її перевагами є забезпечення підтримання нормованих значень потужності лазерного випромінювання на протязі всієї процедури і при перевищенні допустимих меж відбувається її юстирування.

На рис. 2 приведено варіант реалізації автоматизованої системи лазерної терапії на основі використання фабричних лазерних діодів та мікроконтролерів.

В Flash-пам'ять програм прописуються команди, управляючі функціонуванням мікроконтролера. Постійний записуючий пристрій використовується для зберігання даних, в процесі виконання команд (наприклад, наробіток годин апаратом). В якості тактового генератору використовується внутрішній генератор з зовнішнім кварцевим резонатором.

Генератор створює тактовий сигнал, на базі якого формуються додаткові сигнали, які використовуються для тактування різноманітних модулів і блоків мікроконтролеру. За допомогою сигналів з широко-імпульсною модуляцією регулюються потужності випромінювання та модуляції, а за рахунок зміни потужності здійснюється контроль дози лазерного випромінювання.

Автоматизована система лазерної терапії працює наступним чином: Генерація лазерного випромінювання за вищеописаним принципом здійснюється за допомогою напівпровідникових лазерних модулів розміщених в змінних рукоятках типу «ВРВ 50» з можливістю генерації випромінювання з потужністю до 50 мВт та змінна рукоятка типу «ВРВ 250М» з можливістю генерації — до 250 мВт. В свою чергу контроль параметрів потужності випромінювання забезпечується блоком контролю оптичної потужності.

## ВИСНОВКИ

Таким чином, для вирішення проблем автоматизації цілого спектру медичних процедур, особливо в лазерній терапії та хірургії, розроблений новий

принцип та структурна схема автоматизованої система лазерної терапії, яка включає і контроль температурних параметрів зони впливу лазерного випромінювання. Основною перевагою є блок контролю оптичної потужності, що запобігає людському фактору, адже обладнаний оптичними датчиками та блоки скринінгу температур. Розвиток напрямку автоматизації допоможе мінімізувати дію людського фактор під час проведення медичних процедурах та маніпуляцій, що на даний момент є , на жаль, вагомою причиною суттєвої кількості невдалих операцій, а також лікарських травм спричиненими невдалим медичним втручанням.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1]Тимчик Г. С. Моніторинг зміни температур при лазерній терапії / Г. С. Тимчик, М. Ф. Терещенко, М. Р. Печена // *Вісник НТУУ «КПІ», серія Приладобудування*. - 2014. - Вип. 47. - С. 156-162.
- [2]Терещенко М. Ф. Оцінка та контроль ефективності впливу на біологічний об'єкт лазерним випромінюванням / М. Ф. Терещенко, С. П. Якубовський. // *Вісник НТУУ «КПІ», серія Приладобудування*. – 2012. – №44. – С. 90–97.
- [3]Тимчик Г. С. Дослідження впливу лазерного випромінювання на температурні процеси у біологічних тканинах / Г. С. Тимчик, М. Ф. Терещенко, О. Г. Ляшенко, О. С. Гнатейко // *Вісник НТУУ «КПІ», серія Приладобудування*. - 2015. - Вип. 49. - С. 153-158.
- [4]Терещенко М.Ф. Біофізика: практикум / М.Ф. Терещенко, Г. С.Тимчик, І.О. Яковенко. - К. : *КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка»*, 2019.- 288 с. ISBN 978-966-622-952-9 <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/28227>
- [5]В. Ю. Рудик Безконтактний тепловий контроль роботи магнітотерапевтичної апаратури /В. Ю. Рудик, М. Ф.Терещенко // *XI Міжнар. науково-техн. конф. «Приладобудування 2012: стан і перспективи»*, 24–25 квітня 2012 р. – К.: НТУУ “КПІ”. – 2012. с. 193 – 194.
- [6]Терещенко М.Ф. Біофізика: лабораторний практикум / М.Ф. Терещенко, Г. С.Тимчик, І.О. Яковенко. - К.: *КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка»*, 2019.- 176 с. ISBN 978-966-622-980-2 <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/31467>
- [7]Терещенко М.Ф. Біофізика: підручник / М.Ф. Терещенко, Г. С. Тимчик, І.О. Яковенко. - К: *КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка»*, 2019.- 444 с. ISBN 978-966-622-942-0 <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27589>

**Наук. керівник – к.т.н., доцент Терещенко М.Ф.**